

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-242807

(P2000-242807A)

(43) 公開日 平成12年9月8日 (2000.9.8)

(51) Int.Cl.⁷

G 0 6 T 15/00

識別記号

F I

G 0 6 F 15/72

テームコード* (参考)

4 5 0 A 5 B 0 8 0

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平11-44165

(22) 出願日 平成11年2月23日 (1999.2.23)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72) 発明者 新井 正敏

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 宮田 亮介

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 100095555

弁理士 池内 寛幸

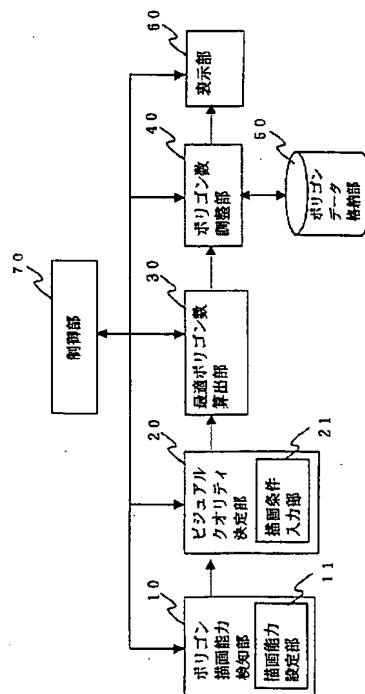
Fターム(参考) 5B080 AA13

(54) 【発明の名称】 3次元ポリゴン表示装置

(57) 【要約】

【課題】 機器の処理能力に応じて見た目の画質（ビジュアルクオリティ）を一定として最適ポリゴン数を算出する3次元ポリゴン表示装置を提供する。

【解決手段】 ポリゴン描画能力検知部10により利用機器の描画能力を検知し、1フレームの割当可能なポリゴン総数 N_{ap} を求める。ビジュアルクオリティ決定部20により1ポリゴンあたりが表わす画面上の平均面積 S_p をビジュアルクオリティとして算出し、最適ポリゴン数算出部30は S_p を一定として3次元キャラクタのディスプレイ面への投影サイズから割り当てられる最適ポリゴン数 N_p を算出する。ポリゴン数調整部40は3次元キャラクタの階層化ポリゴンの階層レベルを下げ、ポリゴン数を N_p 以上でポリゴンリダクション可能な最低ポリゴン数とする。3次元キャラクタが移動してZ値が変化すると S_p が一定となるように N_p を更新する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 3次元キャラクタのポリゴンメッシュを形成する階層化ポリゴンデータを用いた3次元ポリゴン表示装置において、一つのポリゴンあたりが表現する表示画面上の平均面積であって、利用者の見た目の画質を表わすビジュアルクオリティを決定するビジュアルクオリティ決定部と、前記決定したビジュアルクオリティを一定として前記3次元キャラクタに割り当てられるポリゴン数を最適ポリゴン数として算出する最適ポリゴン数算出部と、前記3次元キャラクタのポリゴン数が前記算出した最適ポリゴン数以上で、かつ、ポリゴンリダクション可能な最低ポリゴン数になるように前記階層化ポリゴンデータの階層レベルを調整するポリゴン数調整部を備えたことを特徴とする3次元ポリゴン表示装置。

【請求項 2】 前記3次元ポリゴン表示装置の、1フレーム内に描画できるポリゴン総数 N_{ap} を決めるハードウェア処理能力を検知するためのポリゴン描画能力検知部を備えた請求項1に記載の3次元ポリゴン表示装置。

【請求項 3】 ポリゴン描画能力検知部が、前記3次元ポリゴン表示装置のハードウェア処理能力のうち、実際にポリゴン描画能力として割くことのできる割合をもってポリゴン描画能力を検知する請求項2に記載の3次元ポリゴン表示装置。

【請求項 4】 前記ビジュアルクオリティ決定部は、表示面の単位長 w [ピクセル] と、前記3次元キャラクタの面積 S_r と、前記1フレーム内に描画できるポリゴン総数 N_{ap} と、前記3次元キャラクタのカメラからの距離 Z と、カメラからディスプレイ面の画角 θ の $1/2$ とをパラメタとして、ビジュアルクオリティ S_p を (数1) より求める請求項2または3に記載の3次元ポリゴン表示装置。

【数 1】

$$S_p = \left(\frac{w}{2Z \tan \frac{\theta}{2}} \right)^2 S_r \frac{N_{ap}}{2} - \frac{w^2 S_r}{2 N_{ap} Z^2 \tan^2 \frac{\theta}{2}}$$

【請求項 5】 前記最適ポリゴン数算出部は、表示面の単位長 w [ピクセル] と、前記3次元キャラクタの面積 S_r と、前記3次元キャラクタのカメラからの距離 Z と、カメラからディスプレイ面の画角 θ の $1/2$ と、前記ビジュアルクオリティ S_p をパラメタとして、最適ポリゴン数 N_p を (数2) より求める請求項4に記載の3次元ポリゴン表示装置。

【数 2】

$$N_p = \frac{w^2}{2Z^2 \tan^2 \frac{\theta}{2}} \frac{S_r}{S_p}$$

【請求項 6】 前記3次元キャラクタのポリゴンデータが階層化ポリゴンデータであり、前記ポリゴン数調整部は、前記3次元キャラクタに割り当てられるポリゴン数が前記算出された最適ポリゴン数 N_p に最も近いポリゴン数となるまで階層化レベルを下げる請求項1に記載の3次元ポリゴン表示装置。

【請求項 7】 表示解像度に応じて3次元キャラクタのポリゴンメッシュを形成する階層化ポリゴンデータを用いた3次元ポリゴン表示装置を実現する処理プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

一つあたりのポリゴンが表現する表示画面上の平均面積であって、利用者の見た目の画質を表わすビジュアルクオリティを決定するビジュアルクオリティ決定処理ステップと、

前記決定したビジュアルクオリティを一定として前記3次元キャラクタに割り当てられるポリゴン数を最適ポリゴン数として算出する最適ポリゴン数算出処理ステップと、

前記3次元キャラクタのポリゴン数が前記算出した最適ポリゴン数以上で、かつ、ポリゴンリダクション可能な最低ポリゴン数になるように前記階層化ポリゴンデータの階層レベルを調整するポリゴン数調整処理ステップを備えた処理プログラムを記録したことを特徴とする記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、利用する機器の描画条件に応じたポリゴン数によりオブジェクトを描画する階層化ポリゴンデータを用いた3次元ポリゴン表示装置に関する。

【0002】 特に、再生表示する3次元ポリゴン表示装置ごとのポリゴン処理能力に応じ、また、3次元キャラクタの表示位置に応じて3次元キャラクタに割り当てる最適のポリゴン数を求め、当該最適ポリゴン数となる階層化レベルにより表示する3次元ポリゴン表示装置に関する。

【0003】

【従来の技術】 近年のコンピュータシステムの高性能化、マルチメディア処理技術の発達により、パーソナルコンピュータ等においても高度な3次元コンピュータグラフィックスが処理できる環境が整いつつあり、3次元グラフィックスを処理するための専用のアクセラレータボードなども提供されつつある。このように、グラフィックス処理能力の向上に伴い、パーソナルコンピュータであっても処理性能の高い上位機種では3次元キャラクタの表示性能は十分に高く、専用グラフィックワークステーション (GWS) に匹敵するものとなっている。しかし、広く一般利用者が使用し、普及しているパーソナルコンピュータの多くは、グラフィックアクセラレータ

や高性能CPUを備えているとは限らず、3次元キャラクタのリアルタイム表示処理に十分対応できるハードウェア仕様となっておらず、また、そのハードウェア仕様のレベルも低いものから比較的高いものまで混在している。そこで、これら広くバラツキのあるハードウェア性能の差を補い、多様な表示装置で一定品質以上の3次元キャラクタの表示処理を実現するためには、ソフトウェア処理の工夫によるハードウェア処理性能不足のサポートが必要であり、ソフトウェア処理方式の改善が不可欠となっている。

【0004】コンピュータグラフィックスのデータ形式には様々なタイプがあるが、一般利用者が使用する人工生物などのキャラクタやオブジェクトの動きを伴うゲームなどにおいては、一般にはオブジェクトに関するデータを主にポリゴンの形式で保持し、レンダリングにあたっては生成したポリゴンメッシュにテクスチャを貼り付けることにより高速な描画処理（レンダリング）を行っている。3次元キャラクタのレンダリングに消費される処理性能（以下、レンダリングコストと呼ぶ）は、表示処理されるポリゴン数に依存している。

【0005】高品質なグラフィックス表示のためには3次元キャラクタに割り当てることのできるポリゴン数が多い方がよい。しかしながら、リアルタイムでポリゴンを表示する場合には表示できるポリゴン数に限界がある。例えば、現状のパーソナルコンピュータをプラットフォームとしてリアルタイム処理を行う場合には、1フレームあたり2,000ポリゴン程度にポリゴン数を抑える必要があると言われている。このように一般に、アニメーション設計・製作時において3次元キャラクタのポリゴン数やフレームレートなどは、末端利用者が使用する最低レベルのハードウェア仕様を想定して決められるため低く設定されている。そのため、高いハードウェア性能を持つ表示装置においてはこれら3次元キャラクタの表示処理のために割り当てる能力の割合は小さくて済み、ハードウェア処理能力の多くの部分は遊んでしまう一方で画像品質が低いという問題が起こる。逆に、3次元キャラクタのポリゴン数やフレームレートなどを利用者が使用する最高レベルのハードウェア仕様を想定して高く設定すると、末端利用者の多くの表示装置において処理能力が不足するためリアルタイム表示処理が不可能となるという問題が起こる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来技術において、上記した利用者が利用する3次元ポリゴン表示装置のハードウェア性能のバラツキに基づく、表示装置個別の処理性能の高さと実際に表示される3次元キャラクタの画像品質との不均衡の問題を緩和する方法として以下のものがあつた。

【0007】第1の方法は、幾パターンかの複数のポリゴンモデルを用意しておき、3次元キャラクタの動きに

応じて3次元キャラクタに割り当てるポリゴン数を変える方法である。例えば、近距離用ポリゴンモデル、中間距離用ポリゴンモデル、遠距離用ポリゴンモデルを用意しておき、視点から3次元キャラクタの表示位置に応じてそれらポリゴンモデルから適当なものを選び、レンダリングコストを少しでも低減するものである。しかしこの複数パターンのポリゴンモデルを用意する方法には以下の問題がある。第1の問題は、用意するポリゴンモデルそれぞれに対するアニメーションデータが必要になり、データ量が膨大になってしまう点である。第2の問題は、3次元キャラクタの表示位置を変えてポリゴンモデルが切り替わるときその前後において表示キャラクタの解像度の差異が目立ってしまう点である。これらの問題から従来技術における第1の方法には改善が必要であつた。

【0008】第2の方法は、階層化ポリゴンを用いる方法である。階層化ポリゴンデータを用いた3次元ポリゴン表示装置において利用される階層化ポリゴンデータとは、オブジェクト表示の解像度、詳細度のレベルに応じて階層を持ったポリゴンデータであり、表示条件に応じて動的に階層レベルを遷移させることによりポリゴン数を増減させ、ポリゴンメッシュの頂点を形成できることを特徴とする。階層化ポリゴンデータは、基本となる最も粗レベルの基本ポリゴンデータと基本ポリゴンデータに対して相対的に記述された詳細ポリゴンデータとからなる。この階層化ポリゴンのレベルを3次元キャラクタの表示位置とカメラとの間の距離Zに比例させて設定し、それぞれの階層レベルに応じて割り当てるポリゴン数を低減させることが可能である。この方法を用いれば再生の際にポリゴン数Nを、 $N = k N_1 / Z$ として与え、Zに反比例して低減することができる。ここでkは係数、 N_1 はもっとも詳細レベルのポリゴン数とする。この方法は3次元キャラクタの表示位置に応じて割り当てポリゴン数を低減させることができるのでレンダリングコストを小さく抑えるという点で有効な方法である。

【0009】しかし、この方法には、使用する3次元ポリゴン表示装置個別の処理能力に応じて個別に割り当てポリゴン数を調整することはできなかった。また、シーンに応じて3次元キャラクタに割り当てるポリゴン数の過多は、元来、そのポリゴン数で利用者の見た目（視認性）を一定以上に保てるものであるか否かをもつて判断すればよいが、上記第2の方法は、3次元キャラクタの表示位置に応じてポリゴン数を動的に変化させる、つまり表示位置と割り当てポリゴン数との相関を利用するものの、必ずしも利用者の視認性の高さを直接考慮したものとはなっていなかった。

【0010】本発明は前記問題点を解決するもので、広くバラツキのある3次元ポリゴン表示装置間のハードウェア性能の差を補い、かつ利用者が実際に利用する3次元ポリゴン表示装置ごとのグラフィックス処理性能に応

じて動的に最適ポリゴン数を算出し、3次元ポリゴン表示装置個別に3次元キャラクタのポリゴン数を増減してカスタマイズ・最適化し、3次元ポリゴン表示装置それぞれが賄うレンダリングコスト内で最大限の表示品質を確保せしめることを目的とする。

【0011】また、本発明は、シーンに応じて3次元キャラクタに割り当てるポリゴン数を、利用者の見た目の画質の高さが所定の高さとなるように動的に調整できる3次元ポリゴン表示装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するために本発明の3次元ポリゴン表示装置は、3次元キャラクタのポリゴンメッシュを形成する階層化ポリゴンデータを用いた3次元ポリゴン表示装置において、一つのポリゴンあたりが表現する表示画面上の平均面積であって、利用者の見た目の画質を表わすビジュアルクオリティを決定するビジュアルクオリティ決定部と、前記決定したビジュアルクオリティを一定として前記3次元キャラクタに割り当てられるポリゴン数を最適ポリゴン数として算出する最適ポリゴン数算出部と、前記3次元キャラクタのポリゴン数が前記算出した最適ポリゴン数以上で、かつ、ポリゴンリダクション可能な最低ポリゴン数になるように前記階層化ポリゴンデータの階層レベルを調整するポリゴン数調整部を備えたことを特徴とする。

【0013】上記構成により、再生機器の能力に応じてポリゴン数を最適化することができ、3次元ポリゴン表示装置それぞれが賄うレンダリングコスト内で最大限の表示品質を確保せしめることができる。また、3次元キャラクタの表示において、表示シーン、3次元キャラクタのZ値によらず、一つあたりのポリゴンが表示画面上に占める平均面積を一定とすることができ、画面に表現される見た目の詳しさ、利用者の見た目の画質であるビジュアルクオリティが一定となる。

【0014】次に、前記3次元ポリゴン表示装置の、1フレーム内に描画できるポリゴン総数 N_{ap} を決めるハードウェア処理能力を検知するためのポリゴン描画能力検知部を備えることが好ましい。

【0015】上記構成により、ポリゴン描画能力検知部により、利用者が実際に利用する機器のハードウェア処理能力を考慮して1フレーム内に描画できる上限値となるポリゴン総数を検知することができる。

【0016】次に、前記3次元ポリゴン表示装置のポリゴン描画能力検知部が、前記3次元ポリゴン表示装置のハードウェア処理能力のうち、実際にポリゴン描画能力として割くことのできる割合をもってポリゴン描画能力を検知することが好ましい。

【0017】上記構成により、利用している機器の実際に利用可能なハードウェア処理能力を考慮して1フレーム内に描画できる上限値となるポリゴン総数を検知することができる。

10

【0018】次に、前記ビジュアルクオリティ決定部は、表示面の単位長 w [ピクセル] と、前記3次元キャラクタの面積 S_r と、前記1フレーム内に描画できるポリゴン総数 N_{ap} と、前記3次元キャラクタのカメラからの距離 Z と、カメラからディスプレイ面の画角 θ の $1/2$ とをパラメタとして、ビジュアルクオリティ S_p を(数3)より求めることが好ましい。

【0019】

【数3】

$$S_p = \left(\frac{w}{2Z \tan \frac{\theta}{2}} \right)^2 S_r / \frac{N_{ap}}{2} - \frac{w^2 S_r}{2 N_{ap} Z^2 \tan^2 \frac{\theta}{2}}$$

【0020】上記構成により、1つあたりのポリゴンが占める表示画面上での平均面積を計算することができ、ビジュアルクオリティ S_p を具体的に求める処理構成の一例を提供することができる。

20

【0021】次に、前記最適ポリゴン数算出部は、表示面の単位長 w [ピクセル] と、前記3次元キャラクタの面積 S_r と、前記3次元キャラクタのカメラからの距離 Z と、カメラからディスプレイ面の画角 θ の $1/2$ と、前記ビジュアルクオリティ S_p をパラメタとして、最適ポリゴン数 N_p を(数4)より求めることが好ましい。

【0022】

【数4】

$$N_p = \frac{w^2}{2Z^2 \tan^2 \frac{\theta}{2}} \frac{S_r}{S_p}$$

30

【0023】上記構成により、3次元キャラクタに割り当てるポリゴン数をビジュアルクオリティ S_p が一定となるように決めることができ、利用者の見た目の画質を所定の高さに保ちつつ、割り当てポリゴン数を最適にする処理構成の一例を提供することができる。

【0024】次に、前記3次元キャラクタのポリゴンデータが階層化ポリゴンデータであり、前記ポリゴン数調整部は、前記3次元キャラクタに割り当てられるポリゴン数が前記算出された最適ポリゴン数 N_p に最も近いポリゴン数となるまで階層化レベルを下げることを好ましい。

【0025】上記構成により、3次元キャラクタに割り当てるポリゴン数が算出した最適ポリゴン数となるように階層化レベルを変化させることができ、3次元ポリゴンとして表示する上で見た目の劣化がより少ないポリゴン数低減処理が実行することができる。

【0026】次に、本発明の目的を達成するため、表示解像度に応じて3次元キャラクタのポリゴンメッシュを形成する階層化ポリゴンデータを用いた3次元ポリゴン表示装置を実現する処理プログラムを記録したコンピュ

50

ータ読み取り可能な記録媒体は、一つあたりのポリゴンが表現する表示画面上の平均面積であって、利用者の見た目の画質を表わすビジュアルクオリティを決定するビジュアルクオリティ決定処理ステップと、前記決定したビジュアルクオリティを一定として前記3次元キャラクタに割り当てられるポリゴン数を最適ポリゴン数として算出する最適ポリゴン数算出処理ステップと、前記3次元キャラクタのポリゴン数が前記算出した最適ポリゴン数以上で、かつ、ポリゴンリダクション可能な最低ポリゴン数になるように前記階層化ポリゴンデータの階層レベルを調整するポリゴン数調整処理ステップを備えた処理プログラムを記録したことを特徴とする。

【0027】上記構成により、コンピュータを用いて、表示シーン、3次元キャラクタのZ値によらず、一つあたりのポリゴンが表示画面上に占める平均面積を一定とすることができ、画面に表現される見た目の詳しさ、利用者の見た目の画質であるビジュアルクオリティを一定とする最適なポリゴン数を割り当てることができる3次元ポリゴン表示装置を実現することができる。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について、図面を参照しつつ説明する。まず、本発明の基本原則を説明し、次に、装置構成例を示す。

【0029】まず、本発明の基本原則を説明する。

【0030】本発明の3次元ポリゴン表示装置の第1の原理は、利用者が実際に利用する3次元ポリゴン表示装置のグラフィックス処理能力により1フレーム内に扱えるポリゴン総数を算出し、3次元ポリゴン表示装置上の画面全体に割り当てるポリゴン総数を当該算出値となるように動的に調整することである。この原理により、どの3次元ポリゴン表示装置を用いても、その仕様により決まるグラフィックス処理能力で賄えるポリゴン総数を用いてフレーム内に存在する3次元キャラクタを描画することとなり、つまり、備えているグラフィックス処理能力を最大限利用して割り当てうる最大のポリゴン総数を持って描画する。

【0031】本発明の3次元ポリゴン表示装置の第2の原理は、描画する3次元キャラクタの見た目の品質を一定の高さに保ちつつ、3次元キャラクタの表示位置に合わせた割り当てポリゴン数の低減を図るものである。その方法として、以下に述べるビジュアルクオリティを一定に保つことを基準に当該3次元キャラクタに割り当てる最適ポリゴン数を算出してポリゴン数を低減する。

【0032】以下に、ビジュアルクオリティおよび最適ポリゴン数の算出方法について詳しく述べる。

【0033】カメラから遠く離れたキャラクタはポリゴン数を適度に削減して表示しても見た目の画像品質を下げることなく表示することが可能である。つまり、カメラと3次元キャラクタの距離(Z)によって適正にポリゴン数を変化させることによりレンダリングコストを有

効に節約することが可能となる。このように3次元ポリゴン表示装置の性能を基にビジュアルクオリティを定義することにより3次元ポリゴン表示装置に適応したポリゴン表示が行えることになる。

【0034】具体的にカメラからの距離によって3次元キャラクタの最適ポリゴン数を算出することについて述べる。いま、図1に示すようにカメラから距離Zの位置にキャラクタが存在し、距離Dにディスプレイ面があり投影されている場合を考える。なお、カメラからディスプレイ面の画角は $\theta/2$ である。3次元キャラクタを前面に投影した面積を S_r とし、これがディスプレイ面上では S_s の面積になるとする。面積 S_s は(数5)のようになる。なおディスプレイ面上の単位長さをw[ピクセル]とした。

【0035】

【数5】

$$Z^2 : S_r = D^2 : S_s \text{ より, } S_s = \left(\frac{D}{Z}\right)^2 S_r$$

20 【0036】ここで(数6)を用いてモデル単位系(ここではcm)からピクセル単位系(pixel)に単位系の変換を行い、ピクセル単位系での面積sを求める。

【0037】

【数6】

$$2D \tan \frac{\theta}{2} [\text{cm}] = w [\text{pixels}] \text{ より } \alpha = \frac{w}{2D \tan \frac{\theta}{2}} [\text{pixels/cm}]$$

30 【0038】(数5)および(数6)よりディスプレイ面上での面積sをピクセル数で表わすと(数7)となる。

【0039】

【数7】

$$s = S_s \times \alpha^2 = \left(\frac{D}{Z}\right)^2 S_r \times \left(\frac{w}{2D \tan \frac{\theta}{2}}\right)^2 = \left(\frac{w}{2Z \tan \frac{\theta}{2}}\right)^2 S_r$$

【0040】ここで、ポリゴンは3次元キャラクタに対し均一に分布していることを前提とし、全体のポリゴン数を N_{ap} とした場合、投影されるポリゴンはほぼ、全体の半分になるため、投影されるポリゴンは $N_{ap}/2$ である。ここで、1ポリゴンあたりの平均面積 S_p (平均ピクセル数)を求める式が(数8)である。(数8)において、この S_p をビジュアルクオリティとみなす。この(数8)において N_{ap} はシーンにかかわらず一定であり、このビジュアルクオリティ S_p を一定に保ちつつ、ポリゴン数(N_p)を求める式は(数9)になる。

【0041】

【数8】

$$Sp = \left(\frac{w}{2Z \tan \frac{\theta}{2}} \right)^2 \cdot Sr / \frac{Nap}{2} = \frac{w^2 Sr}{2NapZ^2 \tan^2 \frac{\theta}{2}}$$

【0042】

【数9】

$$Np = \frac{w^2}{2Z^2 \tan^2 \frac{\theta}{2}} \cdot \frac{Sr}{Sp}$$

【0043】(数9)から、キャラクタのポリゴン数 Np はキャラクタとカメラの距離 Z の2乗に反比例することになることを示している。なお、ビジュアルクオリティ(Sp)は3次元ポリゴン表示装置の性能によるパラメータから算出することで、各3次元ポリゴン表示装置にカスタマイズした表示を行うことが可能となる。

【0044】距離 Z と最適なポリゴン数の関係を図2に示す。これらの結果は上から点線の直線が従来のポリゴン数一定(例えば1200ポリゴンで一定)の場合、点線の曲線Dが従来の Z 値により階層化レベルを変化させるもの、実線Aが本発明の最適ポリゴン数割り当て方式を $Nap = 1200$ ポリゴンとして適用した場合、実線Bが本発明の最適ポリゴン数割り当て方式を $Nap = 600$ ポリゴンとして適用した場合である。この図2から分かるように、従来例に比べて割り当てるポリゴン数がより多く低減ができることが分かる。さらにこのポリゴン低減が利用者の見た目の画質を所定の高さに保ったまま実行されたものである。このように Z 値に応じた最適なポリゴン数を算出しレンダリングを行うことで画像品質を維持したままレンダリング時間を削減することが可能になる。

【0045】具体的にレンダリング時間を計算してみる。

【0046】いま、3次元キャラクタは $Z = 125 \text{ cm}$ から 300 cm の距離を往復するものとする。レンダリング時間はポリゴン数に比例するため(比例係数を k とする)、1200ポリゴン一定の場合の往路にかかるレンダリング時間 T_{const} と本発明の最適ポリゴン数割り当て方式を使用した場合において往路にかかるレンダリング時間 $T_{optimum}$ を計算するとそれぞれ(数10)、(数11)のようになる。

【0047】

【数10】

$$T_{const} = k \int_{125}^{300} Np(z) dz = k \int_{125}^{300} 1200 dz = 210 \times 10^3 k$$

【0048】

【数11】

$$T_{optimum} = k \int_{125}^{300} \frac{1800 \times 10^4}{z^2} dz = 87.5 \times 10^3 k$$

【0049】(数10)、(数11)から分かるように、本発明の最適ポリゴン数割り当て方式を利用した場合、2.4分の1にレンダリングコストを押さえることができることとなる。また図2の実線Bに示したグラフのように処理性能の低い3次元ポリゴン表示装置の場合、後述するポリゴン描画能力検知部または利用者指定条件入力部を備えておけば、描画条件に合わせてビジュアルクオリティを下げ、例えば $1/2$ とすることでレンダリング時間をさらに低減させることが可能になる。この場合、機器の処理性能に合わせてポリゴン数を算出した場合、ビジュアルクオリティは $1/2$ と下げるが、このビジュアルクオリティを一定に保ったままレンダリングを行うことができる。

【0050】このように機械性能に基づき画像品質を決定することで、この画像品質を一定に保つような最適ポリゴン数を算出することが可能となる。なお、階層レベルの変更による階層化ポリゴンのポリゴンリダクション処理において、低減後のポリゴン数が最適ポリゴン数と丁度等しくなる階層レベルがない場合は、最も近くまで低減できる階層レベル、つまり、最適ポリゴン数以上でかつポリゴンリダクション可能な最低ポリゴン数となる階層レベルに調整すれば良い。

【0051】以上が、本発明の3次元ポリゴン表示装置の処理動作の基本原理である。つまり、このビジュアルクオリティを一定に保つとは、一つのポリゴンが表示画面上に張る大きさを一定に保つことである。この原理により、3次元キャラクタの表示位置が変化しても一つのポリゴンが表現する表示画面上の平均面積は一定であるので、近くにあつて大きく表示される3次元キャラクタも、遠くにあつて小さく表示される3次元キャラクタも、ポリゴンが表現する詳しさ、利用者の見た目の品質は一定の高さに保たれていることとなる。

【0052】次に、上記基本原理を適用した本発明の3次元ポリゴン表示装置の実施形態について述べる。

【0053】(実施形態1)本実施形態1は、本発明の請求項1、2、4、5、6に記載の3次元ポリゴン表示装置の実施形態を示している。

【0054】本実施形態1の3次元ポリゴン表示装置について図3を参照しつつ説明する。

【0055】図3において、10はポリゴン描画能力検知部、20はビジュアルクオリティ決定部、30は最適ポリゴン数算出部、40はポリゴン数調整部、50はポリゴンデータ格納部、60は表示部、70は制御部である。

【0056】ポリゴン描画能力検知部10は、本実施形態1では、利用者が利用する機器のハードウェア処理能力により決まる描画能力を検知する。ここではポリゴ

ン描画能力検知部10はさらに利用者が描画能力をチューニングするための描画能力設定部11を備えている。ポリゴン描画能力検知部10は、装置が利用するCPUの処理能力、グラフィックアクセラレータの有無とその能力などから本装置が持つポリゴン描画能力を検知し、処理可能なポリゴン数 N_{ap} を検知するものである。描画能力設定部11は、利用者による再生条件の指定情報の入力部であり、例えば、処理可能なポリゴン数 N_{ap} の数値そのものの変更、または画質を高める、画質を下げるという情報を与える。画質を高める、画質を下げるという情報の入力があった場合は、例えば、処理可能なポリゴン総数 N_{ap} に対して係数 α を与え、この α を上下させる。例えば、画質をもっと下げても良いと言う情報入力に対して α を10%刻みで下げ、 $\alpha=0.9$ とし、調整後の処理可能なポリゴン数を $0.9N_{ap}$ として与える。なお、この N_{ap} は言うまでもなく(数8)において使用されている N_{ap} である。

【0057】ビジュアルクオリティ決定部20は、ポリゴン描画能力検知部10により得た処理可能なポリゴン数 N_{ap} を基に(数8)に従って見た目の画質であるビジュアルクオリティ S_p を決定する部分である。ビジュアルクオリティ S_p は基本原理の説明で述べたように、1ポリゴンあたりが表現する平均面積(平均ピクセル数)であり、(数8)により算出される。ビジュアルクオリティ決定部20は(数8)を処理する手段を備えている。なお、ビジュアルクオリティ決定部20は描画条件入力部21を備え、(数8)の計算実行に必要な他のパラメタ、ディスプレイ面の単位長 W 、3次元キャラクタを前面に投影した面積 S 、カメラと3次元キャラクタの距離 Z 、カメラからディスプレイ面の画角 $\theta/2$ を得る。

【0058】最適ポリゴン数算出部30は、ビジュアルクオリティ決定部20が決定したビジュアルクオリティ S_p を一定に保つという条件のもと、対象となる3次元キャラクタに割り当てる最適ポリゴン数 N_o を(数9)より求める部分である。基本原理の説明で述べたように、最適ポリゴン数 N_o はカメラと3次元キャラクタの距離 Z の二乗に反比例した値として、3次元キャラクタの動きに応じた最適値が求められる。最適ポリゴン数算出部30は(数9)を処理する手段を備えている。

【0059】ポリゴンデータ格納部50は、3次元キャラクタの階層化ポリゴンモデルデータが格納されている記憶部であり、ポリゴン数調整部40に対して、ポリゴン数調整の対象となっている3次元キャラクタのポリゴンデータを与える。

【0060】ポリゴン数調整部40は、対象となっている3次元キャラクタのポリゴン数 N_o を、最適ポリゴン数算出部30により算出された最適ポリゴン数 N_o となるように低減、調整する部分である。このポリゴン数低減調整処理により、見た目の画質であるビジュアルクオリ

ティを所定の高さに一定としつつ、余剰であるポリゴン数を低減し、3次元キャラクタに対して適切なポリゴン数を割り当てることのできる。このポリゴン数を N_o から最適ポリゴン数 N_o に低減させる処理として、本実施形態1では、階層化ポリゴンの階層化レベル低減によるポリゴン数低減処理を行う。この階層化ポリゴンによるポリゴン数低減処理例は後述するが、ポリゴン数調整部40は、粗い基本ポリゴンモデルにポリゴンを被せ、必要なポリゴン数を持つモデルを作成する。

10 【0061】表示装置50は、3次元キャラクタを表示するディスプレイであり、CRT、液晶ディスプレイなど種類を問わない。

【0062】制御部70は、装置全体の制御を行なう。なお、制御部70、装置に必要なメモリ、デバイスなどは便宜上、説明を省略する。

【0063】次に、本実施形態1で用いる階層化ポリゴンの階層化レベル低減によるポリゴン数低減処理の例を簡単に説明しておく。図4において、201は階層レベルがあるレベルである階層化ポリゴンにより形成されたポリゴンメッシュ、202は一段階粗いレベルに遷移した階層化ポリゴンにより形成されたポリゴンメッシュ、203はさらに一段階粗いレベルに遷移した階層化ポリゴンにより形成されたポリゴンメッシュである。

【0064】201は8個のポリゴン頂点 $V_0 \sim V_7$ を持つ。ここで、データ量を低減するためにポリゴン頂点の一部を潰して省略する(以下、縮退と呼ぶ)ことを考える。例えば、縮退の規則として2点間の距離がある基準距離 L 以内であるポリゴン頂点の一方を縮退する規則を採用することとし、ある階層レベルの基準距離 L を L_1 、次の粗い階層レベルの基準距離を L_2 とする。ポリゴンメッシュ201は、図4に示すように、 $V_0 \cdot V_1$ 間の距離 $L_{v_0v_1}$ が、 $L_{v_0v_1} < L_1 < L_2$ であり、 $V_2 \cdot V_5$ 間の距離 $L_{v_2v_5}$ が、 $L_1 < L_{v_2v_5} < L_2$ であるとする。

【0065】まず、201の階層化ポリゴンデータから一段階粗い階層レベルに遷移を説明する。現在の階層レベルの基準距離 L は L_1 であるので、2点間の距離が L_1 以下であるポリゴン頂点 V_0 と V_1 が縮退の対象となる。ポリゴンメッシュ202は、 V_0 と V_1 を一つにまとめることにより新しく生成されたポリゴン頂点を V_0 として V_1 を縮退したものであり、ポリゴン頂点数は7個となっている。同様に、次の階層レベル生成は、基準距離 L が L_2 であるので、 V_2 と V_5 が縮退の対象と選ばれた結果、 V_5 が縮退され、ポリゴンメッシュ203のポリゴン頂点数が6個となった。上記の階層化処理をオブジェクト全体に適用して各階層レベルのポリゴンデータを得て、各レベル間の相対情報として記憶しておけば、階層化ポリゴンデータの階層レベルを遷移させた場合でも動的に各階層のポリゴンデータを補間、縮退することができ

50 【0066】このようにレベルを遷移することで割り当

てるポリゴン数を変化させることができる。本実施形態 1 の 3 次元ポリゴン表示装置のポリゴン数調整部 40 は、ポリゴン数が最適ポリゴン数となる階層レベル、または低減後のポリゴン数が最適ポリゴン数と等しくなる階層レベルがない場合にはポリゴン数が最適ポリゴン数以上かつポリゴンリダクション可能な最低のポリゴン数となる階層レベルまで階層化ポリゴンの階層レベルを粗いレベルに変えて行き、当該粗いレベルの基本ポリゴンモデルにポリゴンを被せ、必要なポリゴン数を持つモデルを作成することができる。

【0067】以上、本実施形態 1 の 3 次元ポリゴン表示装置を用いれば、表示シーン、3 次元キャラクタの Z 値によらず、一つあたりのポリゴンが表示画面上に占める平均面積を一定とすることができ、画面に表現される見た目の詳しさ、利用者の見た目の画質であるビジュアルクオリティを一定とする最適なポリゴン数を割り当て、3 次元ポリゴンの階層化レベルを調整し、ポリゴン数を低減することができる。

【0068】なお、本実施形態において具体的に数式等を用いて説明したビジュアルクオリティ S_p 算出方法、最適ポリゴン数 N_p 算出方法、階層化ポリゴンレベルのレベル低減によるポリゴン数低減処理方法は、一例であり、同様の目的、効果をもたらす数式変形は可能である。

【0069】（実施形態 2）本実施形態 2 は、本発明の請求項 3 に記載の 3 次元ポリゴン表示装置の実施形態を示している。

【0070】以下、本発明の第 2 の実施の形態について、図 5 を用いて説明する。本実施形態 2 は、3 次元ポリゴン表示装置の用途がコンピュータグラフィックス専用ではなく、マルチタスクが可能な環境、マルチウィンドウで複数のアプリケーションが実行でき、ハードウェア処理能力のうち、実際にポリゴン描画能力として割くことのできる処理能力を考慮してポリゴン描画能力を検知するものである。

【0071】本実施形態 2 の 3 次元ポリゴン表示装置について図 5 を参照しつつ説明する。

【0072】図 5 おいて、10a はポリゴン描画能力検知部、11 は描画能力設定部、12 はシステム稼動状態検知部、20 はビジュアルクオリティ決定部、30 は最適ポリゴン数算出部、40 はポリゴン数調整部、50 はポリゴンデータ格納部、60 は表示部である。なお、実施形態 1 で図 3 を用いて説明したものと同一要素については図 3 で用いた番号と同じ番号を付し、ここでの詳しい説明は適宜省略する。

【0073】ポリゴン描画能力検知部 10a の基本動作は実施形態 1 で説明したポリゴン描画能力検知部 10 と同様であるが、描画能力設定部 11 に加えてさらにシステム稼動状態検知部 12 を備えている。システム稼動状態検知部 12 は、システムの実際の稼動状態を検知する

部分であり、CPU稼動状態（CPU負荷率）、グラフィックスアクセラレータなど専用デバイスの使用状況などを監視する。このシステム稼動状態検知部 12 が検知する情報によりポリゴン描画能力検知部 10 は、システムリソースのうち 3 次元ポリゴンの描画処理に利用可能であるハードウェア処理能力を把握することができる。

【0074】今、3 次元ポリゴン表示装置が構成されているコンピュータにおいて、3 次元グラフィックス表示以外のアプリケーションが実行されているとする。例えば、一つのウィンドウで 3 次元グラフィックスの表示処理が実行され、別のウィンドウで大容量データファイルのネットワーク通信を実行しているものとする。当該 3 次元 3 次元ポリゴン表示装置はこのようにグラフィックス表示処理以外の負荷があるので保持するハードウェアリソースにより決まるハードウェア処理能力のすべてをグラフィックス表示処理に投入できるわけではない。

【0075】当該 3 次元ポリゴン表示装置が構成されているコンピュータの持つ CPU 処理能力、グラフィックスアクセラレータなどのハードウェア全体の処理能力を A0 とする。グラフィックス表示以外の実行しているアプリケーションの処理に必要な処理能力 B とする。システム稼動状態検知部 12 は CPU 負荷状態、その他ハードウェアリソースの稼動状態をモニタし、他のアプリケーション処理に消費される処理能力 B を検知することができるものである。ポリゴン描画能力検知部 10 は、ハードウェア全体の処理能力 A0 とシステム稼動状態検知部 12 により検知した他のアプリケーション処理に消費される処理能力 B からグラフィックス表示処理に利用できる処理能力 A を、 $A = A0 - B$ として計算する。このように算出したグラフィックス表示処理に利用できる処理能力 A を用いて実施形態 1 で説明した描画処理可能なポリゴン総数 N_{ap} を求める。この算出した N_{ap} を用いてビジュアルクオリティ決定部 20 で以降処理を行なう。つまりビジュアルクオリティ決定部 20 による（数 8）を用いたビジュアルクオリティ S_p の計算処理、最適ポリゴン数算出部 30 による（数 9）を用いた N_p の計算は実施形態 1 と同様に実行する。

【0076】このように本実施形態 2 の 3 次元ポリゴン表示装置によれば、3 次元ポリゴン表示装置の用途がコンピュータグラフィックス専用ではなくマルチウィンドウで複数のアプリケーションが実行できる環境において、ハードウェア処理能力のうち、実際にポリゴン描画能力として割くことのできる処理能力を考慮してポリゴン描画能力を検知することができる。

【0077】（実施形態 3）本発明にかかる 3 次元ポリゴン表示装置は、上記に説明した構成を実現する処理を記述したプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して提供することにより、各種コンピュータを用いて構築することができる。本発明にかかる 3 次元ポリゴン表示装置を実現する処理ステップを備えたプロ

グラムを記録した記録媒体は、図 6 に図示した記録媒体の例に示すように、CD-ROM 102 やフレキシブルディスク 103 等の可搬型記録媒体 101 だけでなく、ネットワーク上にある記録装置内の記録媒体 100 や、コンピュータのハードディスクや RAM 等の記録媒体 105 のいずれであっても良く、プログラム実行時には、プログラムはコンピュータ 104 上にローディングされ、主メモリ上で実行される。

【0078】本実施形態 3 の処理ステップを記録した記録媒体を用いれば、コンピュータを用いて、画面に表現される見た目の詳しさ、利用者の見た目の画質であるビジュアルクオリティを一定とする最適なポリゴン数を割り当てることができる 3 次元ポリゴン表示装置を実現することができる。

【0079】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明の請求項 1、2、4、5、6 に記載の 3 次元ポリゴン表示装置によれば、表示シーン、3 次元キャラクタの Z 値によらず、一つあたりのポリゴンが表示画面上に占める平均面積を一定とすることができ、画面に表現される見た目の詳しさ、利用者の見た目の画質であるビジュアルクオリティを一定とする最適なポリゴン数を割り当て、3 次元ポリゴンの階層化レベルを調整し、ポリゴン数を低減することができる。

【0080】本発明の請求項 3 に記載の 3 次元ポリゴン表示装置によれば、3 次元ポリゴン表示装置の用途がコンピュータグラフィックス専用ではなくマルチウィンドウで複数のアプリケーションが実行できる環境において、ハードウェア処理能力のうち、実際にポリゴン描画能力として割くことのできる処理能力を考慮してポリゴン描画能力を検知することができる。

【0081】本発明の請求項 7 の処理ステップを記録した記録媒体を用いれば、コンピュータに当該処理ステップを読み込ませることにより、画面に表現される見た目の詳しさ、利用者の見た目の画質であるビジュアルクオリティを一定とする最適なポリゴン数を割り当てることができる 3 次元ポリゴン表示装置を実現することができる。

リティを一定とする最適なポリゴン数を割り当てることができる 3 次元ポリゴン表示装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の基本原則を説明する 3 次元キャラクタのディスプレイ面への投影の様子を示す図

【図 2】本発明の実施形態 1 の全差動型増幅器を示す回路配線図である。

【図 3】本発明の実施形態 1 の 3 次元ポリゴン表示装置の概略ブロック図

【図 4】本発明の実施形態 1 で用いる階層化ポリゴンの階層化レベル低減によるポリゴン数低減処理の例を示す図

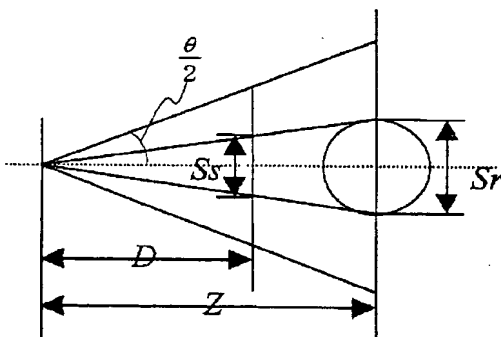
【図 5】本発明の実施形態 2 の 3 次元ポリゴン表示装置の概略ブロック図

【図 6】本発明の実施形態 3 の記録媒体の例を示す図

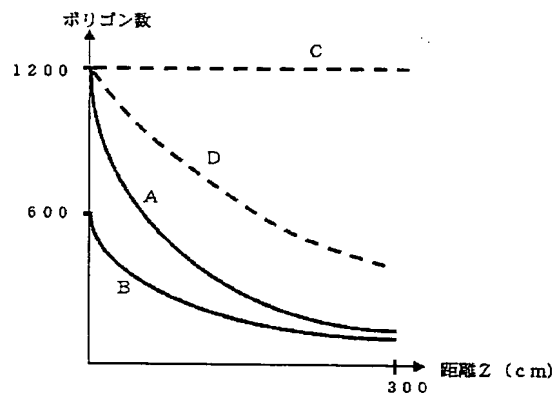
【符号の説明】

- 10 ポリゴン描画能力検知部
- 11 描画能力設定部
- 12 システム稼動状態検知部
- 20 ビジュアルクオリティ決定部
- 21 描画条件入力部
- 30 最適ポリゴン数算出部
- 40 ポリゴン数調整部
- 50 ポリゴンデータ格納部
- 60 表示部
- 100 回線先のハードディスク等の記録媒体
- 101 CD-ROM やフレキシブルディスク等の可搬型記録媒体
- 102 CD-ROM
- 103 フレキシブルディスク
- 104 コンピュータ
- 105 コンピュータ上の RAM / ハードディスク等の記録媒体

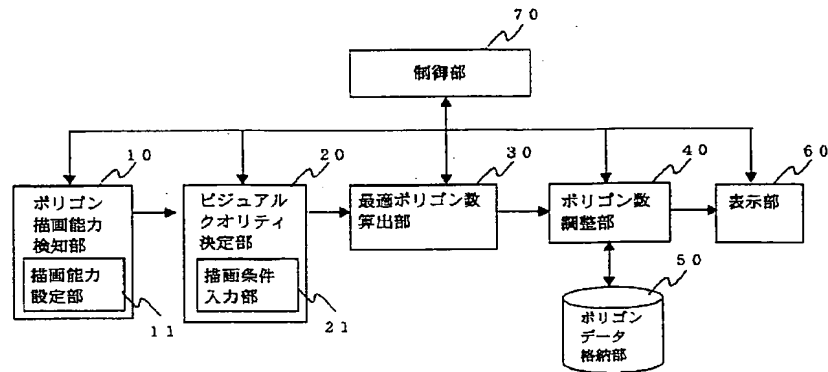
【図 1】



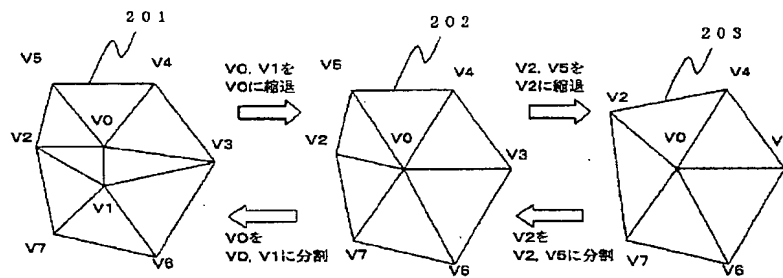
【図 2】



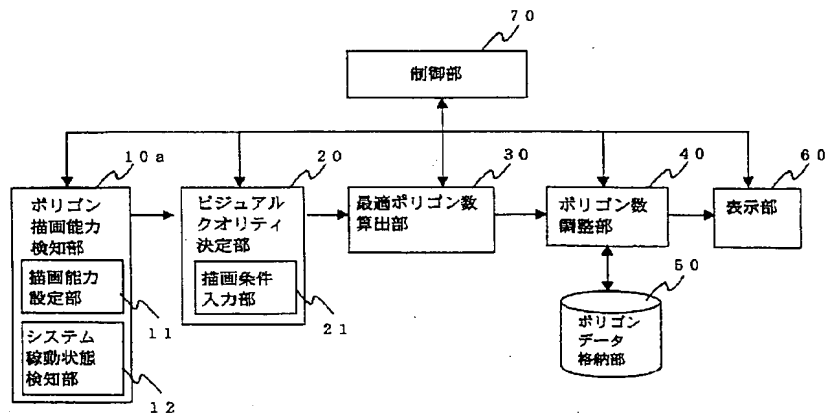
【図 3】



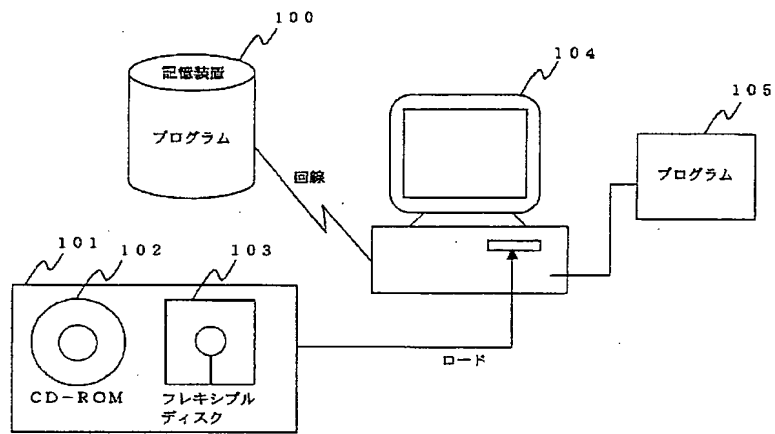
【図 4】



【図 5】



【図 6】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.